



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2002185459 A**(43) Date of publication of application: **28.06.02**

(51) Int. Cl.

H04L 12/28
H04L 12/56
(21) Application number: **2000375741**(22) Date of filing: **11.12.00**(71) Applicant: **NIPPON TELEGR & TELEPH
CORP <NTT>**
(72) Inventor: **MIYAMURA TAKASHI
KURIMOTO TAKASHI
AOKI MICHIIRO
YAMANAKA NAOAKI**
(54) **BAND CONTROLLER AND CONTROL METHOD**

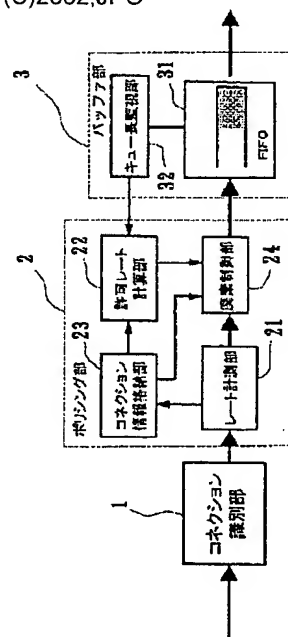
granted rate at all times for the buffer of each connection.

(57) Abstract:

COPYRIGHT: (C)2002,JPO

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an apparatus and a method for utilizing network resources more efficiently by normally (during non congestion) distributing an excess band fairly to respective connections contained in a network while guaranteeing a lowest band at the time of congestion.

SOLUTION: Traffic rate at each connection is measured at a rate measuring section (21), measured input rates are stored at a connection information storing section (23), queue length of a buffer (31) for receiving the packet at each connection and outputting it to an output line is observed at a queue length monitoring section (32), granted rate of each connection is calculated at a granted rate calculating section (22) from an observed queue length and a lowest guaranteed band of each connection stored at the connection information storing section (23), a measured input rate is compared with a calculated granted rate at a discard control section (24), packet of that connection is inputted to a buffer if the input rate is not higher than the granted rate, and the part exceeding the granted rate is discarded, thus controlling the input rate not higher than the



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-185459

(P2002-185459A)

(43)公開日 平成14年6月28日(2002.6.28)

(51)Int.Cl.⁷

H 0 4 L 12/28

12/56

識別記号

F I

H 0 4 L 11/20

ターマコード(参考)

G 5 K 0 3 0

1 0 2 C

審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願2000-375741(P2000-375741)

(22)出願日 平成12年12月11日(2000.12.11)

(71)出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都千代田区大手町二丁目3番1号

(72)発明者 宮村 崇

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日

本電信電話株式会社内

(72)発明者 栗本 崇

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日

本電信電話株式会社内

(74)代理人 100072051

弁理士 杉村 興作 (外1名)

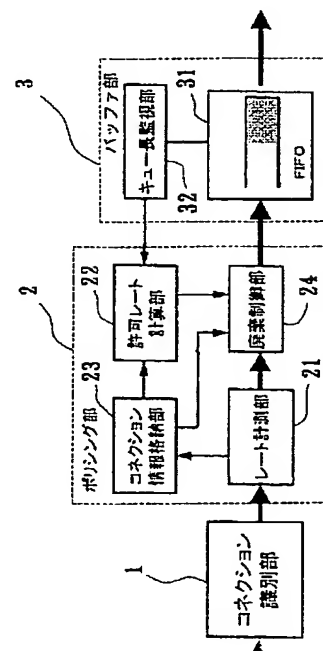
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 帯域制御装置及びその方法

(57)【要約】

【課題】 通信網に收容される各コネクションに対し、輻輳時に最低帯域を保証しつつ、通常(非輻輳時)には余剰帯域をコネクション間で公平に分配し、より効率的な網資源の利用を可能にする装置及び方法を提供することにある。

【解決手段】 各コネクションのトラフィック流量をレート計測部(21)で計測し、計測した入力レートをコネクション情報格納部(23)に格納し、各コネクションの packets を受信し出力回線へ出力するバッファ(31)のキュー長をキュー長監視部(32)で観測し、観測したキュー長とコネクション情報格納部(23)に格納されている各コネクションの最低保証帯域とから各コネクションの許可レートを許可レート計算部(22)で計算し、次に、計測した入力レートと計算した許可レートを廃棄制御部(24)で比較し、入力レートが許可レート以下であれば、そのコネクションの packets をバッファに入力し、許可レートを超えれば超えた分だけ廃棄することにより、各コネクションの



【特許請求の範囲】

【請求項1】 通信網に收容される各コネクションの最低帯域の保証を行う帯域制御装置において、各コネクションからのパケットを受け入れ、出力回線へ送出するバッファと、前記バッファのキュー長を観測する手段と、観測したキュー長と各コネクションの最低保証帯域とから、各コネクションに分配されるべき帯域として許可レートを計算する手段と、コネクション毎に網に入力するトラフィック流量としてパケットの入力レートを計測する手段と、計測した入力レートを格納する手段と、計測した入力レートを前記許可レートと比較し、入力レートが許可レート以下であれば、そのコネクションのパケットをバッファに入力し、許可レートを超えれば超えた分だけ廃棄することにより、各コネクションのバッファへの入力レートが常に許可レート以下になるように制御する帯域制御手段と、を具備することを特徴とする帯域制御装置。

【請求項2】 前記許可レートを計算する手段は、 $ACR(m)$ をコネクション m の許可レート、 $MCR(m)$ を各コネクションの最低保証帯域)、 $F(q)$ をキュー長 q の関数とするとき、

$$ACR(m) = F(q) * MCR(m)$$

に従って許可レートを計算することを特徴とする請求項1記載の帯域制御装置。

【請求項3】 前記帯域制御手段は前記入力レートと許可レートを比較し、入力レートが許可レート以下であれば、そのコネクションに属するパケットをバッファに入力し、入力レートが許可レートを超えた場合、超えた割合を算出し、その割合の確率で受信パケットを廃棄することを特徴とする請求項1記載の帯域制御装置。

【請求項4】 前記許可レートを計算する手段で使用するキュー長の関数 $F(q)$ は、キュー長が0のとき最大値 M を有し、キュー長が閾値以上のとき最小値1を有するキュー長の減少関数であることを特徴とする請求項2記載の帯域制御装置。

【請求項5】 前記許可レートを計算する手段で使用するキュー長 q として、一定時間内のキュー長の平均値を使用することを特徴とする請求項2記載の帯域制御装置。

【請求項6】 通信網に收容される各コネクションの最低帯域の保証を行う帯域制御方法において、各コネクションのトラフィック流量としてパケットの入力レートを計測し、計測した入力レートを格納し、各コネクションのパケットを受け入れ出力回線へ送出するバッファのキュー長を観測し、観測したキュー長と各コネクションの最低保証帯域とから、各コネクションに分配されるべき帯域として許可レートを計算し、次に、計測した入力レートと計算した許可レートを比較し、入力レートが許可

レート以下であれば、そのコネクションのパケットをバッファに入力させ、入力レートが許可レートを超えれば超えた分だけ廃棄することにより、各コネクションのバッファへの入力レートが常に許可レート以下になるように制御することを特徴とする帯域制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、通信網、特にATM通信網に收容される各コネクションの最低帯域の保証を行う装置及び方法に関するものである。

【0002】

【従来技術】近年、インターネットやLANの急速な普及から、IPトラフィックなどのデータ系トラフィックが指数関数的に増加している。これにともないネットワーク上で輻輳発生頻度が増加しており、ユーザに対するサービス品質の低下が問題になっている。例えば、従来のインターネットでは転送品質を保証しないベストエフォートサービスが主流であったが、ベストエフォートサービスのみでは十分なスループットが得られないケースが増えており、ISP (Internet Service Provider) 間や企業間を高速回線で接続する場合に回線ごとに最低帯域や遅延品質を保証するようなサービスの要求が今後ますます増加すると考えられる。

【0003】ユーザ毎に契約している最低帯域を保証するサービスとしてはGFR (Guaranteed Frame Rate) サービスがある。非輻輳時には各ユーザは互いに利用可能帯域(残余帯域)を共有して利用することができる。

【0004】GFRサービスを実現する方式に関しては数多くの提案がなされているが、その一つにWRR (Weighted Round Robin) 方式がある。図6はWRR方式の概略を示す図である。WRR方式はコネクション毎にキューを持ち、コネクション毎に重みが付けられており、重みに応じた読み出し制御を各キューに対して行うことでコネクション間に帯域を分配する。例えば図6ではコネクション1に重み2が、コネクション2に重み1が、コネクション3に重み3が付けられており、重みに応じたスケジューリングリストに従ってコネクション1、2又は3のキューからパケット(又はセル)1、2又は3が読み出され、コネクション1、2、3に重みに応じて帯域が分配される。

【0005】このように、WRR方式は、帯域を共有する全てのコネクションに対してWRRスケジューリングに基づいて読み出し制御を行なうことによって、收容コネクションに重みに応じて帯域を分配することができ、WRR方式によれば、最低帯域を保証しつつ、余剰帯域をある規則にしたがってコネクション間に公平に分配することが可能である。

【0006】しかし、WRR方式のハードウェアの複雑さは收容するコネクション数に比例し、回線の高速化のボトルネックとなる。また、コネクション毎にキューを

持つ必要があるため、バッファ部のハード量も問題となる。つまり、WRR方式は回線が高速化され、回線に収容されるコネクション数が増加すると、経済的にGFRサービスを実現することが困難になる。したがって、簡易なハードウェア構成でGFRサービスを実現する方式が求められている。

【0007】簡易なハードウェア構成でGFRサービスを実現する方式として、FIFO-タギング方式が知られている。この方式では、バッファはコネクションごとに持つ必要はなく、回線ごとに一つあればよい。FIFO-タギング方式ではコネクション毎に網の入口で網へ入力するパケット（又はセル）の入力レートを計測し、計測された入力レートが最低セルレートMCR (Minimum Cell Rate) 以下であれば、そのコネクションのパケットはそのまま通過し、MCRを超えていればそのコネクションのパケットのヘッダ部にタグが付けられる。ここで、最低セルレートMCRとは網がコネクションに対して転送を保証する帯域のことである。

【0008】FIFOバッファには閾値が設定されており、キュー長が閾値を超えているか否か常に観測されている。仮にキュー長が設定された閾値を超えている場合には、ヘッダ部にタグが付けられているパケットはFIFOバッファに入る前に廃棄され、FIFOバッファにはタグが付いていないパケット、つまり網への入力レートがMCR以下のコネクションのパケットのみ通過する。

【0009】FIFO-タギング方式では、FIFOバッファの出力速度を収容する複数のコネクションのMCRの合計以上にすることにより、輻輳時におけるMCRの保証が可能である。また、非輻輳時に各コネクションのMCRの和を超えた部分の帯域、即ち余剰帯域がある場合には、その帯域は複数のコネクションでシェアされる。

【0010】しかし、この方式では収容する複数のコネクションで一つのFIFOバッファを共有するので、各コネクションのMCRの和を超えた部分の帯域、即ち余剰帯域に関してはFIFOバッファへの入力レートに比例するかたちで各コネクション間に分配されるため、

「公平性」という面で問題があった。つまり、FIFO-タギング方式では、余剰帯域が生じた場合にその帯域をどのようにコネクション間で分配するかを、方式上規定できないため、極端な場合には余剰帯域を1つのコネクションが占有してしまうという不公平な状況が生ずるという問題があった。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、通信網に収容される各コネクションに対して、輻輳時においても契約している最低帯域を保証しつつ、通常(非輻輳時)には余剰帯域をコネクション間で公平に分配し、よ

供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明は、通信網に収容される各コネクションの最低帯域の保証を行う帯域制御装置において、各コネクションからのパケットを受信し、出力回線へ送出するバッファと、前記バッファのキュー長を観測する手段と、観測したキュー長と各コネクションの最低保証帯域とから、各コネクションに分配されるべき帯域として許可レートを計算する手段と、コネクション毎に網へ入力するトラフィック流量としてパケットの入力レートを計測する手段と、計測した入力レートを格納する手段と、計測した入力レートを前記許可レートと比較し、計測した入力レートが許可レート以下であれば、そのコネクションのパケットをバッファに入力し、許可レートを超えれば超えた分だけ廃棄することにより、各コネクションのバッファへの入力レートが常に許可レート以下になるように制御する帯域制御手段と、を具えることを特徴とする。

【0013】本発明は、更に、通信網に収容される各コネクションの最低帯域の保証を行う帯域制御方法において、各コネクションのトラフィック流量としてパケットの入力レートを計測し、計測した入力レートを格納し、各コネクションのパケットを受信し出力回線へ出力するバッファのキュー長を観測し、観測したキュー長と各コネクションの最低保証帯域とから、各コネクションに分配されるべき帯域として許可転送レートを計算し、次に、計測した入力レートと計算した許可レートを比較し、入力レートが許可レート以下であれば、そのコネクションのパケットをバッファに入力させ、入力レートが許可レートを超えれば超えた分だけ廃棄することにより、各コネクションのバッファへの入力レートが常に許可レート以下になるように制御することを特徴とする。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明を実施例につき説明する。図1は本発明の帯域制御装置の一実施例の機能構成図である。本例帯域制御装置は、コネクション識別部1と、ポリシング部2と、バッファ部3とで構成されている。コネクション識別部1では、例えばATM通信網に収容される複数のコネクションを経て到着したパケットのヘッダからコネクションを識別する。ポリシング部2では、そのコネクション情報をもとに帯域制御に関する処理を行う。バッファ部3は通信網に収容されている複数のコネクションに共通の単純なFIFO型のバッファ31とキュー長監視部32とで構成されている。

【0015】ポリシング部2における帯域制御処理について詳細に説明する。ポリシング部2は、レート計測部21と、許可レート計算部22と、コネクション情報格納部23と、廃棄制御部24とで構成されている。レ

ケット又はセルの入力レートを測定する。測定されたコネクション毎の入力レートはコネクション情報格納部23に供給され、ここに格納される。

【0016】図2はコネクション情報格納部23の一例で、レート計算部21で測定された各コネクション1、...、kの入力レートに関する情報 R_1 、...、 R_k と、契約している最低保証帯域MCRに関する情報MCR1、...、MCRkが格納されている。

【0017】キュー長監視部32はFIFOバッファ31のキュー長を監視し、キュー長に関する情報を許可レート計算部22に供給する。許可レート計算部22はキュー長に関する情報とコネクション毎に契約している最低保証帯域MCRとからコネクション毎の許可レートACR(Allowed Cell Rate)を計算する機能を持つ。

【0018】コネクションmの許可レートACR(m)の計算方法について具体的に説明する。コネクションmの契約している最低保証帯域MCRをMCR(m)、パケット到着時のキュー長をqとすると、

$$ACR(m) = F(q) \cdot MCR(m)$$

で計算される。F(q)はキュー長の関数であり、図3及び図4のグラフはキュー長の関数F(q)の一例である。この関数F(q)は、キュー長が所定の閾値Q以上のとき、即ち輻輳状態を生ずるとき、1の値を取り、キュー長が0のときMの値を取る連続関数である。つまり、キュー長が閾値Q以上であって輻輳状態を生ずるときには、許可レートはMCRと等しくなり、キュー長が閾値Qより小さくて輻輳状態を生じないときには、許可レートはキュー長に応じて変化する。キュー長が0のときMCRのM倍のレートまでの入力が可能される。

$$P(m) = (R(m) - ACR(m)) / R(m)$$

で与えられる。例えば、入力レートが4Mbps、許可レートが3Mbpsのとき、廃棄確率は0.25となる。到着したパケットは確率0.25で廃棄されるため、FIFOバッファへの通過レートは3Mbpsとなり、許可レートに等しくなる。

【0022】もう一つの方法は、カウンタを用いて廃棄する方法である。この方法ではコネクション毎にカウンタを持ち、到着したパケットを超えた割合だけなるべく等間隔に廃棄しようとするものである。例えば、入力レートが4Mbpsで、許可レートが3Mbpsの場合、3つのパケットが通過する毎に1つのパケットを廃棄する処理を行う。このように許可レート以下でFIFOバッファへと入力されたパケットはFIFO規則に従って出力回線へ送出される。

【0023】また、入力レートが許可レートを超えた場合、パケットをポリシング部で廃棄する代わりに、パケットのヘッダにタグを付けて優先的に廃棄すべきパケットであることを明示し、FIFOバッファに入力させ、バッファ部でパケットの廃棄処理を行うこともできる。

バッファ部で廃棄する方法は、即座のポリシング部で廃

【0019】この関数F(q)はコネクション間で共通である。このため、キュー長がある値のときの各コネクションの許可レートは各コネクションのMCRに比例するかたちになる。関数F(q)は基本的にはキュー長の減少関数で、図3のような反比例や図4のような直線などで与えられる。また、上述の実施例ではqとしてはパケット到着時のキュー長(キュー長の瞬間値)を使用しているが、qとして一定時間内のキュー長の平均値を採用してもよい。

【0020】廃棄制御部24は、許可レートとレート計測部21で計測された入力レートから、到着したパケットをFIFOバッファ31に入力するか廃棄するか決定する。基本的には、入力レートが許可レート以下であれば、到着したパケットをFIFOバッファに入力し、許可レートを超えていれば超えた分だけ廃棄することにより、常に各コネクションのFIFOバッファへの入力速度が許可レート以下になるように制御する。したがって、常に許可レート以下で網にパケットを送出しているコネクションのパケットは網で廃棄されることなく転送される。

【0021】この廃棄処理による帯域制御のアルゴリズムについて説明する。廃棄処理の方法には2つあり、先ず確率的に廃棄する方法から説明する。確率的に廃棄する方法では、入力レートが許可レートを超えた場合、超えた割合を算出し、その割合の確率的でパケットを廃棄するものである。コネクションmの許可レートをACR(m)、計測された入力レートをR(m)とし、廃棄確率をP(m)とすると、

$$(ただし、R(m) > ACR(m))$$

棄する方法に比べて、キュー長情報の伝達時間が短いため、より有効にバッファを使用できる利点がある。

【0024】図5は上述した本発明の帯域制御装置において実行される帯域制御方法の流れを示す図である。本発明の帯域制御方法では、ステップS1で各コネクションのトラフィック流量としてパケットの入力レートを計測し、ステップS2で得られた入力レートR(m)を格納するとともに、ステップS3でFIFOバッファのキュー長qを測定し、得られたキュー長qと各コネクションの最低保証帯域MCRとから各コネクションの許可レートACRを計算する。本例では、この計算は $ACR = F(q) \cdot MCR$ にしたがって計算する。F(q)は、例えば図3及び4に示すようなキュー長qの減少関数である。次に、ステップS5において計測された入力レートRを計算された許可レートACRと比較し、入力レートが許可レート以下であれば、ステップS6で当該コネクションのパケットをFIFOバッファに入力させ、入力レートが許可レートを超えた場合には、ステップS7で超えた分だけ廃棄する。

【0025】以上説明したように、本発明ではキュー長

をもとに網の輻輳状態を推定し、輻輳であると判断されれば、許可レートをMCRに等しくし、MCR以下でパケットを送出しているコネクションのパケットのみを網を経て転送する。網資源が十分に利用されていない場合、つまり余剰帯域が存在する場合には、各コネクションの許可レートを各コネクションのMCRに比例して増加させることにより余剰帯域をコネクション間に各コネクションのMCRに比例して分配する。

【0026】また、上述した実施例によれば、ハードウェア構成が簡易なFIFOバッファによって、GFRサービスを実現しつつ、WRR方式などのようにコネクション毎に個別のバッファを用いてパケットの読出し制御を行う方法と同様に余剰帯域を公平にコネクション間に分配することができる。また、1つのバッファを多数のコネクションで共用するため、コネクション毎に個別のバッファを使用する方式に比べて、必要とされるバッファ量を削減できるという利点もある。

【0027】

【発明の効果】したがって、本発明によれば、通信網に收容されている各コネクションに対して、契約している最低帯域を保証しつつ、余剰帯域を契約している最低保証帯域MCRと網資源の使用状況を考慮してコネクション間に公平に分配することができ、通信網のより効率的な利用が可能になる。また、本発明によれば、ハードウェア構成が簡易なFIFOバッファを採用しているた

め、高速回線においても経済的に実現可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の帯域制御装置の一実施例の機能構成図である。

【図2】 図1に示す帯域制御装置のコネクション情報格納部の格納データの一例を示す図である。

【図3】 図1の帯域制御装置の許可レート計算部において許可レートの計算に使用する関数 $F(q)$ の一例を示すグラフである。

【図4】 図1の帯域制御装置の許可レート計算部において許可レートの計算に使用する関数 $F(q)$ の他の例を示すグラフである。

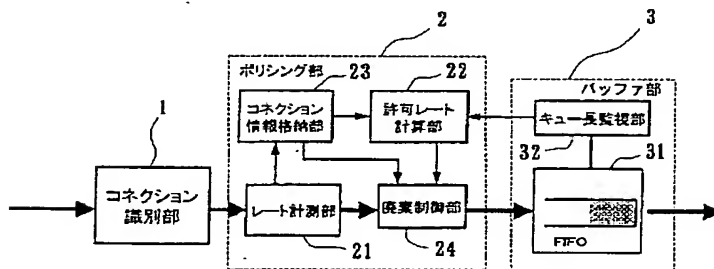
【図5】 本発明の帯域制御方法の処理フローを示す図である。

【図6】 既知のWRR方式の概要を示す図である。

【符号の説明】

- 1 コネクション識別部
- 2 ポリシング部
- 3 バッファ部
- 21 レート計測部
- 22 許可レート計算部
- 23 コネクション情報格納部
- 24 廃棄制御部
- 31 FIFOバッファ
- 32 キュー長監視部

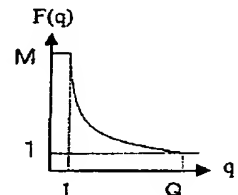
【図1】



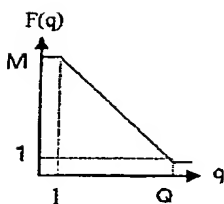
【図2】

コネクション	入力レート	MCR
1	R1	MCR1
...
k	Rk	MCRk

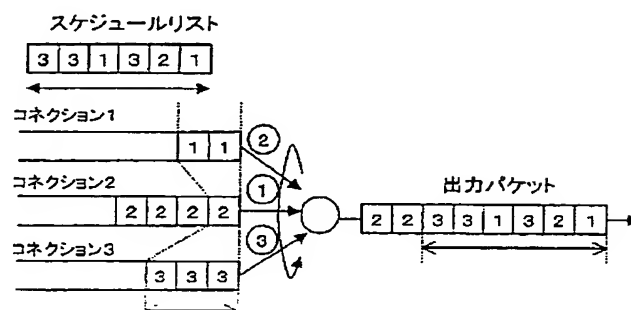
【図3】



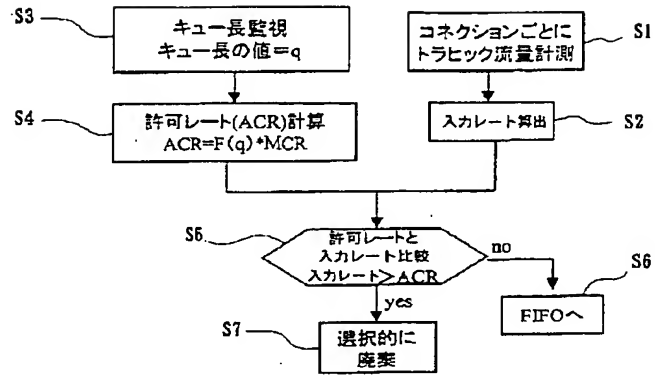
【図4】



【図6】



【図 5】



フロントページの続き

(72) 発明者 青木 道宏
東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号 日
本電信電話株式会社内

(72) 発明者 山中 直明
東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号 日
本電信電話株式会社内
F ターム (参考) 5K030 HA08 KA03 LC09 LC15 MA04
MA13 MB09 MB15

This Page Blank (uspto)